

## Invertierbares Lichtmikroskop

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft ein Lichtmikroskop, das durch den Anwender mit wenigen Handgriffen und in kurzer Zeit umrüstbar ist, um es als Aufrecht-Mikroskop oder als  
5 Invers-Mikroskop verwenden zu können. Ein solches Mikroskop ist aus der Offenlegungsschrift DE 30 37 556 A1 bekannt.

Das vermutlich erste invertierbare Mikroskop wurde bereits 1887 in den USA zum Patent angemeldet und unter der Nr. 373,634 als Patent veröffentlicht. Wie aus Fig. 1  
10 dieser Schrift gut ersichtlich ist, ist an einem Stativ A ein Arm B um eine horizontal verlaufende Drehachse schwenkbar gelagert. Am Arm B sind mittelbar eine Beleuchtungseinheit, bestehend aus einem Spiegel M und einer vorgeordneten Optik, ein Mikroskoptisch I und eine Abbildungseinheit, bestehend aus einem Objektiv j und einem Tubus F, mit einem festen Abstand zueinander montiert.

15 Um das Mikroskop als Invers-Variante zu benutzen (als Volllinie dargestellt), befindet sich im Abbildungsstrahlengang zwischen dem Tubus und dem Objektiv ein Umlenkprisma. Der Arm befindet sich in einer Stellung, in der die Beleuchtungseinheit oberhalb und das Objektiv unterhalb des Objektisches angeordnet sind.

Zum Umrüsten in die Aufrecht-Variante wird der Arm um 180° geschwenkt, das  
20 Umlenkprisma entfernt und der Tubus in gestreckter Verlängerung der Objektivachse befestigt. Der über eine Steckverbindung am Arm befestigte Objektisch wird umgedreht und an gleicher Position am Arm wieder befestigt.

In der DE 30 37 556 ist ebenfalls ein Lichtmikroskop offenbart, welches sowohl als  
25 Aufrecht-Mikroskop als auch als Invers-Mikroskop benutzt werden kann. Ein Abbildungssystem und ein Beleuchtungssystem sind hier jeweils in einem Gehäuse mit äußeren Führungselementen untergebracht. Über die Führungselemente werden die eingehausten Systeme in einem definierten Abstand zueinander übereinander in einen Grundrahmen eingeschoben. Für die Aufrecht-Variante befindet sich das  
30 Abbildungssystem oberhalb und für die Invers-Variante unterhalb des Beleuchtungssystems. Es können verschiedene Beleuchtungs- und Abbildungssysteme einander zugeordnet werden. Sie ergeben jedoch in jedem Fall, ebenso wie in der US 373,634 offenbart, ein Mikroskop mit Durchlichtbeleuchtung.

Invertierbare Mikroskope, die sowohl mit einer Auflichtbeleuchtung als auch mit einer Durchlichtbeleuchtung arbeiten, sind aus dem Stand der Technik nicht bekannt.

- 5 Nicht-Invertierbare Mikroskope, also Aufrecht-Mikroskope oder Invers-Mikroskope, die sowohl mit Auflicht als auch mit Durchlicht arbeiten können, sind bekannt. Hier soll beispielsweise die US 4,210,384 genannt werden. Für die Auflichtbeleuchtung wird gleich den bereits aufgezeigten Lösungen eine Beleuchtungseinheit dem Objektiv fluchtend gegenüberliegend angeordnet. Ihr erforderlicher Abstand zueinander bzw. zu einem dazwischen vorhandenen Objekttisch ist durch die Parameter der optischen
- 10 Systeme bestimmt und wird so gewählt, dass die Objektebene optimal ausgeleuchtet und das Objekt scharf abgebildet wird. Das Beleuchtungssystem und das Abbildungssystem stellen zwei mechanisch voneinander getrennte Baugruppen dar, so dass der Beobachtungsstrahlengang und der Beleuchtungsstrahlengang räumlich voneinander getrennt verlaufen.
- 15 Zum Arbeiten mit Durchlicht werden der Beleuchtungsstrahlengang und der Abbildungsstrahlengang zusammengeführt, d.h. es werden für beide Strahlgänge teilweise gemeinsame optische Elemente benutzt. Dabei wird entweder der Beleuchtungsstrahlengang über ein optisch halbdurchlässiges Umlenkelement in den Beobachtungsstrahlengang oder, wie in der US 4,210,384, der
- 20 Beobachtungsstrahlengang in den Beleuchtungsstrahlengang eingekoppelt. Das hier offenbarte Mikroskop ist nicht in ein Invers-Mikroskop umrüstbar.

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein invertierbares Lichtmikroskop zu schaffen, welches als Aufrecht-Mikroskop und alternativ als Invers-Mikroskop mit
- 25 Auflicht und Durchlicht arbeiten kann. Die sich aus dieser Aufgabe ergebenden vier Mikroskop-Varianten, nämlich eine Aufrecht-Variante mit Auflicht, eine Aufrecht-Variante mit Durchlicht, eine Invers-Variante mit Auflicht und eine Invers-Variante mit Durchlicht, sollen durch den Anwender mit wenigen Handgriffen und ohne Justage montierbar sein. Vorteilhaft sollen für jede Variante alle Komponenten verwendet
- 30 werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen sind in den Unteransprüchen ausgeführt.

Das Wesen der Erfindung liegt insbesondere darin, dass die optischen Bauelemente, die zur Realisierung einer Aufrecht- oder einer Invers-Variante jeweils mit einer Auflicht- oder einer Durchlichtbeleuchtung in mechanisch voneinander trennbare Komponenten zusammengefasst sind. Dabei befinden sich die Schnittstellen der Komponenten im Unendlich-Strahlengang und liegen zwischen zwei optisch abbildenden Elementen, so dass der Anwender durch einfache Anordnungsänderung der Komponenten zueinander sowie das Ergänzen bzw. Weglassen von Komponenten in die Lage versetzt wird, die geometrische Weglänge sowie die Wegführung des Abbildungsstrahlenganges und des Beleuchtungsstrahlenganges zu verändern, um das Mikroskop alternativ als Aufrecht- bzw. Invers-Mikroskop mit Durchlicht- bzw. Auflicht-Beleuchtung zu betreiben.

Nachfolgend werden einige Ausführungsbeispiele der Erfindung an Hand von Zeichnungen näher erläutert. Hierzu zeigen:

- Fig. 1a      Prinzipskizze der Aufrecht-Variante eines ersten Ausführungsbeispieles mit Tubus hinten
- Fig. 1b      Prinzipskizze der Invers-Variante des Ausführungsbeispieles gemäß Fig. 1a
- 20 Fig. 2a      Prinzipskizze der Aufrecht-Variante eines zweiten Ausführungsbeispieles mit Tubus vorn
- Fig. 2b      Prinzipskizze der Invers-Variante des Ausführungsbeispieles gemäß Fig. 2a
- Fig. 3a      Prinzipskizze der Aufrecht-Variante eines dritten Ausführungsbeispieles mit Tubus vorn
- 25 Fig. 3b      Prinzipskizze der Invers-Variante des Ausführungsbeispieles gemäß Fig. 3a
- Fig. 4a      Prinzipskizze der Aufrecht-Variante eines vierten Ausführungsbeispieles mit L-förmigen Stativ
- Fig. 4b      Prinzipskizze der Invers-Variante des Ausführungsbeispieles gemäß Fig. 4a
- Fig. 5a      Prinzipskizze der Aufrecht-Variante eines fünften Ausführungsbeispieles mit Umkehrstativ
- 30 Fig. 5b      Prinzipskizze der Invers-Variante des Ausführungsbeispieles gemäß Fig. 5a

In den Fig. 1a und 1b ist ein erstes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Lichtmikroskop dargestellt. Es besteht im Wesentlichen aus den Komponenten: Stativ 1, Objektivmodul 2, Beleuchtungsmodul 3, Objekttischträger 4, Leuchte 5 und Tubus 6. Die in Fig. 1a dargestellte Kombination der Komponenten ergibt die Aufrecht-Variante eines ersten Ausführungsbeispiels mit Durchlichtbeleuchtung. Fig. 1b zeigt die Invers-Variante mit Auflichtbeleuchtung.

Das Stativ 1 ist hohl und weist eine C-förmige Form auf, wobei einer (der untere) der Schenkel den Stativfuß 13 bildet. Die beiden (der untere und der obere) Schenkel weisen an ihren freien Enden einander zugewandt rechteckförmige Aussparungen auf. An den das Stativ 1 begrenzenden Ebenen der Aussparungen befinden sich eine obere Abbildungsschnittstelle S1, eine obere Beleuchtungsschnittstelle S4, eine untere Abbildungsschnittstelle S2 und eine untere Beleuchtungsschnittstelle S5. Parallel und in gleicher Höhe zur oberen bzw. unteren Beleuchtungsschnittstelle S4, S5 sind eine obere und eine untere Leuchtenschnittstelle S8, S9 auf der entgegengesetzten Außenseite des Stativs 1 vorgesehen.

Durch das Anbringen der Leuchte 5 an der unteren Leuchtenschnittstelle S9 und des Beleuchtungsmoduls 3 an der unteren Beleuchtungsschnittstelle S5 wird ein vollständiges Beleuchtungssystem für die Durchlichtbeleuchtung der Aufrecht-Variante gebildet (Fig. 1a). Damit für die Durchlichtbeleuchtung der Invers-Variante ein optisch identisches Beleuchtungssystem entsteht, bei Anbringung der Leuchte 5 an der oberen Leuchtenschnittstelle S8 und des Beleuchtungsmoduls 3 an der oberen Beleuchtungsschnittstelle S4, sind die optischen Wege zwischen den Beleuchtungsschnittstellen S4, S5 und den Leuchtenschnittstellen S8, S9 identisch.

Um ein Beleuchtungssystem für eine Durchlichtbeleuchtung zu bilden, wird die Leuchte 5 an einer der Leuchtenschnittstellen S8, S9 und das Objektivmodul 2 an der jeweils gegenüberliegenden Beleuchtungsschnittstelle S5, S4 befestigt. Die Schnittstellen wurden in der Zeichnung als Strichlinien, jeweils eine Körperkante einschließend, dargestellt. Real liegen die Schnittstellen mechanisch unmittelbar aneinander, optisch fallen sie zusammen, d.h. sie liegen in einer Ebene, entsprechend gelten für beide die gleichen optischen Verhältnisse. Die genannten Schnittstellen befinden sich in einem

Bereich des Abbildungs- bzw. des Beleuchtungsstrahlenganges mit parallelem Strahlenverlauf.

Die Beleuchtungsschnittstellen S4, S5 werden zum Einen für ein  
5 Auflichtbeleuchtungssystem mit einer beleuchtungsseitigen Beleuchtungsschnittstelle S6 und zum Anderen für ein Durchlichtbeleuchtungssystem mit einer objektivmodulseitigen Beleuchtungsschnittstelle S7 zusammengebracht. Entsprechend müssen das Auflichtbeleuchtungssystem und das Durchlichtbeleuchtungssystem so  
10 gerechnet sein, dass die optischen Verhältnisse in der beleuchtungsseitigen Beleuchtungsschnittstelle S6 und in der objektivmodulseitigen Beleuchtungsschnittstelle S7 identisch sind.

Der Objekttrischträger 4 ist am Stativ 1 vertikal verschiebbar, d.h. fokussierbar  
angebracht, um die Auflageebene eines daran befestigten Objekttrisches 8 jeweils in die  
15 Objektebene des Objektives zu verschieben. Damit der Objekttrisch 8 sowohl für eine Auflicht- als auch für eine Durchlichtbeleuchtung geeignet ist, weist er zum Einbringen verschiedener Objektführer oder anderer Einsätze wie Petrischalen oder Mikrotiterplatten mittig einen Durchbruch auf.

20 Das Objektivmodul 2, das neben dem Objektiv eine Auflichteinspiegelung mit einem strahlteilenden Umlenkelement umfasst, steht über seine objektivmodulseitige Abbildungsschnittstelle S3 für die Aufrecht-Variante mit der oberen Abbildungsschnittstelle S1 und für die Invers-Variante mit der unteren Abbildungsschnittstelle S2 in Verbindung.

25 Entsprechend bilden die optischen Elemente des Objektivmoduls 2 und des Tubus 6 in Verbindung mit den optischen Elementen im oberen Schenkel (erster optischer Weg) des Stativs 1 das Abbildungssystem für die Aufrecht-Variante und in Verbindung mit den optischen Elementen im unteren Schenkel und der Schenkelverbindung (zweiter optischer Weg) das Abbildungssystem für die Invers-Variante. Um für beide Varianten  
30 die gleichen Abbildungsverhältnisse zu erreichen, d.h. dem Betrachter eine gleiche Abbildung anzubieten, müssen die Abbildungsschnittstellen S1, S2, S3 bei gemeinsamer Betrachtung der beiden Abbildungssysteme in zueinander konjugierten Ebenen liegen. Damit die Objektabbildung je nach Anordnung des Objektivmoduls 2 in

den Tubus 6 erfolgt, wird über ein am Stativ 1 sich befindendes Bedienelement ein Umlenkelement 7 in den Strahlengang eingefügt bzw. entfernt. Die Bildübertragung bis hin zum Okularzwischenbild im Tubus 6 erfolgt bei der Invers-Variante über zwei Bildübertragungssysteme (Triplets), bei denen sich zwei Zwischenbildebene

5 den zusammenfallenden Brennebenen der benachbarten abbildenden Elemente ergeben. Die in Abbildungsrichtung zweite Zwischenbildebene stellt die erste Zwischenbildebene für die Aufrecht-Variante dar.

Das Stativ 1 besteht in den Bereichen der mechanischen Schnittstellen, die durch

10 äußere Kontaktflächen der Komponenten bestimmt sind, aus einem metall-keramischen Werkstoff, einer Metall-Legierung oder einem Verbundwerkstoff mit hoher Formstabilität und hoher Verschleißfestigkeit. Vorteilhaft wird die mechanische Verbindung der Schnittstellen über Gleitführungen realisiert, so dass das Objektivmodul 2 und das Beleuchtungsmodul 3 nur in einer Winkelstellung am Stativ 1 befestigt

15 werden können. Die jeweils eine Verbindung bildende Gleitnut und Gleitfeder sind am Stativ 1 sowie am Objektivmodul 2 und dem Beleuchtungsmodul 3 so angebracht, dass der Versatz der optischen Achse sehr gering ist. Durch ein einseitiges Anlegen der Gleitfeder an die Gleitnut mittels Verschraubung oder Klemmung wird das Spiel in der Gleitführung beseitigt und eine reproduzierbare Positionierung des Objektivmoduls 2

20 und des Beleuchtungsmoduls 3 am Stativ 1 gewährleistet, die keine Verdrehung der miteinander verbundenen Teile zulässt. Toleranzen der Positionierung in Richtung der Gleitführung haben keinen Einfluss auf die Abbildungsqualität. Die Gestaltung der Schnittstellen über Gleitführungen ist somit besonders vorteilhaft. Sie kann aber auch mit anderen, dem Fachmann geläufigen Rastverbindungen realisiert werden, die jeweils

25 nur eine oder zwei Relativlagen zueinander zulassen.

Ein zweites Ausführungsbeispiel, dargestellt in den Fig. 2a und 2b, unterscheidet sich gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen dadurch, dass der Tubus 6 aus Sicht des Bedieners des Mikroskopes nicht hinten, sondern vorn auf dem Stativ 1

30 aufsitzt. Eine solche Ausführung ist besonders vorteilhaft, wenn nicht von vornherein das Mikroskop als invertierbares Mikroskop verlangt wird, sondern ein in diesem Sinne nachrüstbares Aufrechtmikroskop gefragt ist. Über die Rückwand oder eine Seitenwand im Stativ 1 kann bei Bedarf ein Invers-Modul eingebracht werden, das die zusätzlich für

die Invers-Variante erforderlichen optischen Elemente enthält. Die erforderlichen optischen Elemente können sich auch an einer austauschbaren Rückwand befinden.

Die Übertragungsoptik für die Invers-Variante ist in diesem Ausführungsbeispiel eine sogenannte 4F-Optik, die als afokale Folge von 2 Relaisoptiken und einer Tubuslinse aufgebaut ist. Das im Brennpunkt M der ersten Relaisoptik J/K entstehende Zwischenbild wird durch die zweite Relaisoptik N/O aufgenommen, nach unendlich abgebildet und durch die Tubuslinse in die Zwischenbildebene des Okulars abgebildet. Der bildseitige Brennpunkt der ersten Relaisoptik fällt mit dem objektseitigen Brennpunkt der zweiten Relaisoptik zusammen. Ferner werden ein Pentagonprisma I, zwei stationäre Umlenkelemente L, P und ein über ein am Stativ 1 befindliches Bedienelement im Strahlengang verschiebbares Umlenkelement Q verwendet. Das verschiebbare Umlenkelement Q wird für die Umschaltung zwischen aufrechter und inverser Variante benötigt.

Ein drittes Ausführungsbeispiel, dargestellt in den Fig. 3a und 3b, unterscheidet sich gegenüber dem zweiten Ausführungsbeispiel durch die Übertragungsoptik, die für die Invers-Variante vorgesehen ist. Für eine günstige Lage des Zwischenbildes  $M_1$  wird hier nach einem stationären Umlenkelement  $P_1$  und der Tubuslinse  $R_1$  ein Glasblock  $W_1$  verwendet. Danach folgt ein weiteres stationäres Umlenkelement  $L_1$ , eine Feldlinse  $F_1$ , ein Achromat  $V_1$ , ein Pentagonprisma  $I_1$  und ein weiterer Achromat  $x_1$ . Über ein am Stativ 1 befindliches Bedienelement wird hier ein im Strahlengang verschiebbares Umlenkelement  $Q_1$  gemeinsam mit einer Negativlinse  $N_1$  verschoben, um ein Umschalten zwischen aufrechter und inverser Variante zu bewirken.

Die ersten drei Ausführungsbeispiele haben den gemeinsamen Vorteil, dass für alle Varianten stets alle Komponenten Verwendung finden. Für das Umrüsten der Aufrecht-Variante zur Invers-Variante und umgekehrt ist lediglich das Objektivmodul 2 und das Beleuchtungsmodul 3 auszutauschen. Um zwischen Auflichtbeleuchtung und Durchlichtbeleuchtung zu wählen, wird die Leuchte 5 an einer der beiden Leuchtenschnittstellen S8, S9 montiert. Es ist dem Fachmann klar, dass als Leuchten 5 die verschiedensten für die Mikroskopie üblichen Strahlungsquellen verwendet werden können.

Der variable Austausch der Komponenten wird in den drei Ausführungsbeispielen insbesondere dadurch möglich, dass das gesamte optische System so gerechnet ist, dass am Stativ 1 die Schnittstellenpaare obere und untere Abbildungsschnittstelle S1, S2, obere und untere Beleuchtungsschnittstelle S4, S5 sowie obere und untere Leuchtenschnittstelle S8, S9 vorhanden sind und die Schnittstellenpaare jeweils optisch identische Verhältnisse aufweisen.

Darüber hinaus müssen die Abbildungsschnittstellen S1, S2 und die Beleuchtungsschnittstellen S4, S5 optisch aufeinander abgestimmt sein, um über das Objektivmodul 2 sowohl eine scharfe Abbildung als auch eine optimale Ausleuchtung der Objektebene im Auflicht zu erreichen.

Für ein Mikroskop als Invers-Variante mit Durchlichtbeleuchtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel wurden Optikdaten ermittelt, die die geforderten Schnittstellenbedingungen erfüllen. Diese Daten sind in der Tabelle 1 aufgezeigt. Zur Zuordnung der Daten zu den einzelnen optischen Bauelementen bzw. ausgezeichneten Ebenen wurden für diese in der Tab. 1 und in Fig. 2.b Großbuchstaben verwendet.

Das vierte Ausführungsbeispiel, dargestellt in den Fig. 4a und 4b, unterscheidet sich im Wesentlichen dadurch, dass der Abbildungsstrahlengang nicht durch das Stativ 1 geführt wird. Das Stativ 1 besteht aus einer Grundplatte 10 und einer darauf vertikal aufgestellten Stativsäule 11. Die Grundplatte ist vorteilhaft U-förmig ausgebildet, wodurch die notwendigen Bedienelemente in einer ergonomisch günstigen Höhe angebracht werden können.

Das Objektivmodul 2 ist auch hier für die beiden Mikroskop-Varianten über eine obere und eine untere Beleuchtungsschnittstelle S4, S5 am Stativ 1 befestigbar. Die Leuchte 5 ist ebenfalls wie in den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen alternativ an zwei Stellen am Stativ 1 positionierbar, allerdings dient die Leuchte 5 in diesem vierten Ausführungsbeispiel nur für die Auflichtbeleuchtung. Für die Durchlichtbeleuchtung ist es vorgesehen, eine Lichtquelle mit einer Kondensorlinse, die in den vorherbeschriebenen Ausführungsbeispielen im Stativinneren angeordnet ist, als Leuchtenbaugruppe 5.1 in der Grundplatte 10 bzw. an einem Stativarm 9 fluchtend zum Objektiv anzubringen. Das Beleuchtungsmodul 3 ist für die Invers-Variante unmittelbar der Leuchtenbaugruppe 5.1 vorgeordnet und für die Aufrecht-Variante am Objektischträger 4 befestigt.

Die Objektabbildung erfolgt für die Aufrecht-Variante über das Objektivmodul 2 unmittelbar in den Tubus 6. Für die Invers-Variante ist zwischen der objektmodulseitigen Abbildungsschnittstelle S3 des Objektivmoduls 2 und dem Tubus 6, der eine tubusseitige Tubusschnittstelle S10 aufweist, ein Zwischentubus 12 eingefügt. Damit für die Aufrecht- und die Invers-Variante gleiche optische Abbildungsverhältnisse entstehen, ist die Übertragungsoptik im Zwischentubus 12 so gerechnet, dass sie die optischen Verhältnisse in der objektivmodulseitigen Abbildungsschnittstelle S3 in die tubusseitige Tubusschnittstelle S10 im Verhältnis 1:1 überträgt.

10

Ein fünftes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel soll an Hand von Fig. 5a und 5b beschrieben werden. Das Stativ 1 ist hier L-förmig ausgebildet, wobei im aufrechten Stand des Stativs 1 in der Aufrecht-Variante, gezeigt in Fig. 5a, die Bodenfläche, die durch Länge und Tiefe des kurzen Schenkels bestimmt ist, auf einem Stativfuß 13 aufsteht. An der Deckfläche, die durch die Breite und Tiefe des langen Schenkels bestimmt ist, ist das Objektivmodul 2 fest montiert. Um das Mikroskop von der Aufrecht-Variante in die Invers-Variante umzurüsten, wird im Unterschied zu allen vorherbeschriebenen Ausführungsbeispielen nicht das Objektivmodul 2 an einer anderen Schnittstelle des Stativs 1 platziert, sondern das Stativ 1, an dem das Objektivmodul 2 fest angebracht ist, wird „auf den Kopf“ gestellt, womit sich das Objektiv unterhalb bzw. oberhalb des Objektives 8 befindet.

15

20

Für die Aufrecht-Variante ist an der objektivmodulseitigen Abbildungsschnittstelle S3 ein Trinokulartubus angesetzt, der durch einen Tubus 6 zur visuellen Betrachtung und einen Kameratubus 14 gebildet wird.

25

Für die Invers-Variante (Fig. 5b) ist zwischen dem Objektivmodul 2 und dem Tubus 6 ein Zwischentubus 12 angeordnet, der das sich am Tubus 6 befindende Okular in eine für den Benutzer ergonomisch günstige Höhe bringt.

Damit für die Aufrecht- und die Invers-Variante gleiche optische Abbildungsverhältnisse entstehen, ist die Übertragungsoptik im Zwischentubus 12 so gerechnet, dass sie die optischen Verhältnisse in der objektivmodulseitigen Abbildungsschnittstelle S3 in die tubusseitige Tubusschnittstelle S10 transformiert, wie das durch die an der visuell zugängigen Abbildung beteiligten optischen Elemente im Kameratubus 14 geschieht.

30

Für die Auflichtbeleuchtung der Invers-Variante ist eine Leuchtenbaugruppe 5.1 direkt mit dem Objektivmodul 2 verbunden. Eine zweite Leuchtenbaugruppe 5.1, die im kurzen Schenkel des Stativs 1 fluchtend zum Objektiv untergebracht ist, bildet gemeinsam mit dem jeweils vorgeordneten und am Objektträger 4 befestigten Beleuchtungsmodul 3 das Beleuchtungssystem für die Durchlichtbeleuchtung.

Dem Fachmann auf dem Gebiet dieser Erfindung erschließt sich, dass die Erfindung nicht auf die Einzelheiten der vorstehend beispielhaft angeführten Ausführungsformen beschränkt ist, sondern dass die vorliegende Erfindung in anderen speziellen Formen verkörpert sein kann, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen, die durch die anliegenden Ansprüche festgelegt ist.

## Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

	1	Stativ
	2	Objektivmodul
5	3	Beleuchtungsmodul
	4	Objekttischträger
	5	Leuchte
	5.1	Leuchtenbaugruppe
	6	Tubus
10	7	Umlenkelement
	8	Objekttisch
	9	Stativarm
	10	Grundplatte
	11	Stativsäule
15	12	Zwischentubus
	13	Stativfuß
	14	Kameratubus
20	S1	obere Abbildungsschnittstelle
	S2	untere Abbildungsschnittstelle
	S3	objektivmodulseitige Abbildungsschnittstelle
	S4	obere Beleuchtungsschnittstelle
	S5	untere Beleuchtungsschnittstelle
25	S6	beleuchtungsseitige Beleuchtungsschnittstelle
	S7	objektmodulseitige Beleuchtungsschnittstelle
	S8	obere Leuchtenschnittstelle
	S9	untere Leuchtenschnittstelle
	S10	tubusseitige Tubusschnittstelle
30		

## Patentansprüche

1. Invertierbares Lichtmikroskop, als Aufrecht- oder Invers-Variante montierbar, mit einem Stativ (1), einem ersten Abbildungssystem, das ein Objektiv und einen Tubus (6) umfasst, einem ersten Beleuchtungssystem zur Auflichtbeleuchtung, bestehend aus einer Leuchte (5), einem Kollektor und einem Kondensor, sowie einem Objektstisch (8), der sich für die Aufrecht-Variante unterhalb und für die Invers-Variante oberhalb des Objektivs befindet, dadurch gekennzeichnet, dass das Objektiv mit einem strahlteilenden Umlenkelement für eine Auflichteinspiegelung gemeinsam eingehaust ein Objektivmodul (2) darstellt, dass der Kondensor eingehaust ein Beleuchtungsmodul (3) darstellt, dass das erste Abbildungssystem für die Realisierung der Aufrecht-Variante durch das Objektivmodul (2), den Tubus (6) und einem zwischen dem Tubus (6) und dem oberhalb des Objektstisches (8) montierten Objektivmodul (2) liegenden ersten optischen Weg bestimmt ist, dass ein zweites Abbildungssystem für die Invers-Variante vorhanden ist, das durch das Objektivmodul (2), den Tubus (6) und einem zwischen dem Tubus (6) und dem unterhalb des Objektstisches (8) montiertem Objektivmodul (2) liegenden zweiten optischen Weg bestimmt ist und dass im ersten oder zweiten optischen Weg vorhandene optische Elemente so gerechnet sind, dass eine Abbildung eines Objektes über das erste Abbildungssystem gleich einer Abbildung über das zweite Abbildungssystem ist.
2. Invertierbares Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Objektivmodul (2) eine objektivmodulseitige Abbildungsschnittstelle (S3) und eine objektivmodulseitige Beleuchtungsschnittstelle (S7) aufweist, dass das Beleuchtungsmodul (3) eine beleuchtungsseitige Beleuchtungsschnittstelle (S6) aufweist, dass das Objektivmodul (2) mit seiner objektivmodulseitigen Objektivschnittstelle (S3) alternativ über eine obere oder eine untere Abbildungsschnittstelle (S1), (S2) mit dem Stativ (1) in Verbindung steht, um alternativ das Mikroskop als Aufrechtmikroskop oder als Invers-Mikroskop zu benutzen,

dass das Beleuchtungsmodul (3) mit seiner beleuchtungsseitigen Beleuchtungsschnittstelle (S6) alternativ über eine obere oder eine untere Beleuchtungsschnittstelle (S4), (S5) mit dem Stativ (1) verbunden ist, um in Verbindung mit der Leuchte (5) alternativ für die Aufrecht-Variante oder die Invers-Variante des Mikroskops eine Auflichtbeleuchtung zur Verfügung zu stellen,  
5 dass das Objektivmodul (2) über seine objektivmodulseitige Beleuchtungsschnittstelle (S7) über die jeweils freie obere oder untere Beleuchtungsschnittstelle (S4), (S5) am Stativ (1) befestigt ist,  
dass gegenüberliegend den Beleuchtungsschnittstellen (S4), (S5) eine untere und  
10 einer obere Leuchtschnittstelle (S8), (S9) vorgesehen sind, an die alternativ die Leuchte (5) angebracht ist, um beide Mikroskop-Varianten alternativ mit einer Auflicht- oder einer Durchlichtbeleuchtung auszustatten,  
dass das Stativ (1) hohl ist und die zwischen dem Tubus (6) und der oberen bzw. unteren Abbildungsschnittstelle (S1), (S2) liegenden Abschnitte des ersten und des  
15 zweiten Abbildungssystems im Stativinneren verlaufen.

3. Invertierbares Lichtmikroskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass das Stativ (1) eine C-förmige Form aufweist, dessen erster Schenkel den Stativfuß (13) bildet und an dessen zweitem Schenkel der Tubus (6) montiert ist,  
20 dass beide Schenkel an ihrem freien Ende einander zugewandt rechteckförmige Aussparungen aufweisen, wobei die sich gegenüberliegenden Flächen in den Aussparungen die obere und untere Abbildungsschnittstelle (S1), (S2) darstellen und die dazu senkrechten Flächen die obere und die untere Beleuchtungsschnittstelle (S6), (S7) bilden.

- 25 4. Invertierbares Lichtmikroskop nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,  
dass es durch die in Tabelle 1 aufgeführten Optikdaten bestimmt ist.

5. Invertierbares Lichtmikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
30 dass das Objektivmodul (2) eine objektivmodulseitige Abbildungsschnittstelle (S3) und eine objektivmodulseitige Beleuchtungsschnittstelle (S7) aufweist,

dass das Objektivmodul (2) mit seiner objektivmodulseitigen Beleuchtungsschnittstelle (S7) alternativ über eine obere oder eine untere Beleuchtungsschnittstelle (S4), (S5) mit dem Stativ (1) verbunden ist,

5 dass die objektivmodulseitige Abbildungsschnittstelle (S3) alternativ unmittelbar mit einer tubusseitigen Tubusschnittstelle (S11) des Tubus (6) oder mittelbar über einen Zwischentubus (12) in Verbindung steht.

6. Invertierbares Lichtmikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

10 dass das Objektivmodul (2) fest mit dem Stativ (1) verbunden ist und das Stativ (1) zum Invertieren der Aufrecht-Variante in die Invers-Variante um 180° gedreht mit seiner Bodenfläche nach oben aufgestellt wird,

15 dass das Objektivmodul (2) eine objektivmodulseitige Abbildungsschnittstelle (S3) aufweist, die alternativ mittelbar über einen Kameratubus (14) oder einen Zwischentubus (12) mit einer sich am Tubus (6) befindenden tubusseitigen Tubusschnittstelle (S11) zusammentrifft, so dass der erste optische Weg durch die an der visuell zugängigen Abbildung teilnehmenden optischen Elemente des Kameratubus (14) und der zweite optische Weg durch die optischen Elemente des Zwischentubus (12) bestimmt ist.

20 7. Invertierbares Lichtmikroskop nach Anspruch 2 oder 5, dadurch gekennzeichnet,

dass sich die Abbildungsschnittstellen (S1), (S2), (S3) und die Beleuchtungsschnittstellen (S5), (S6), (S7) im parallelen Strahlengang befinden.

1/10

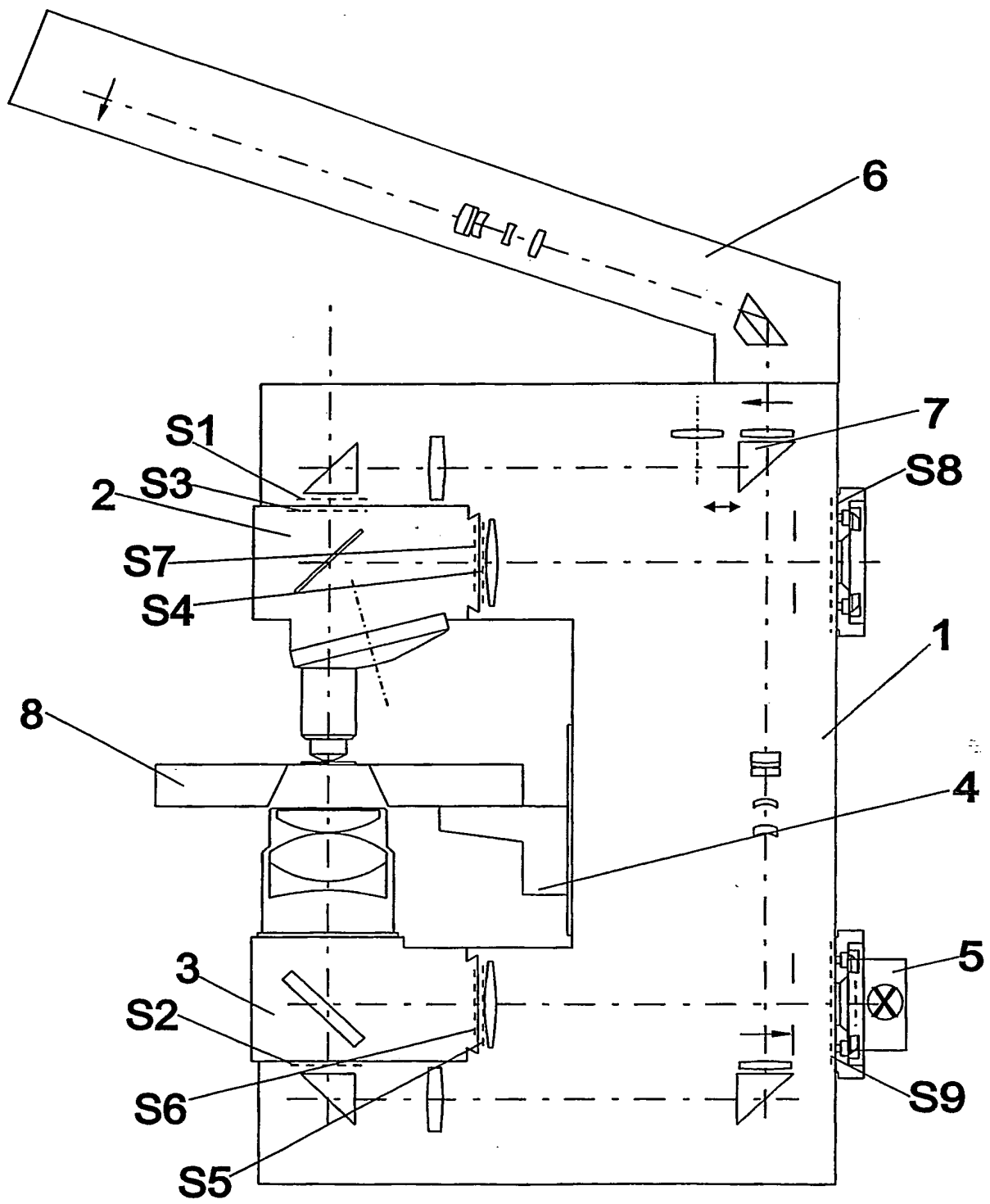


Fig. 1a

**THIS PAGE BLANK (US27)**

2/10

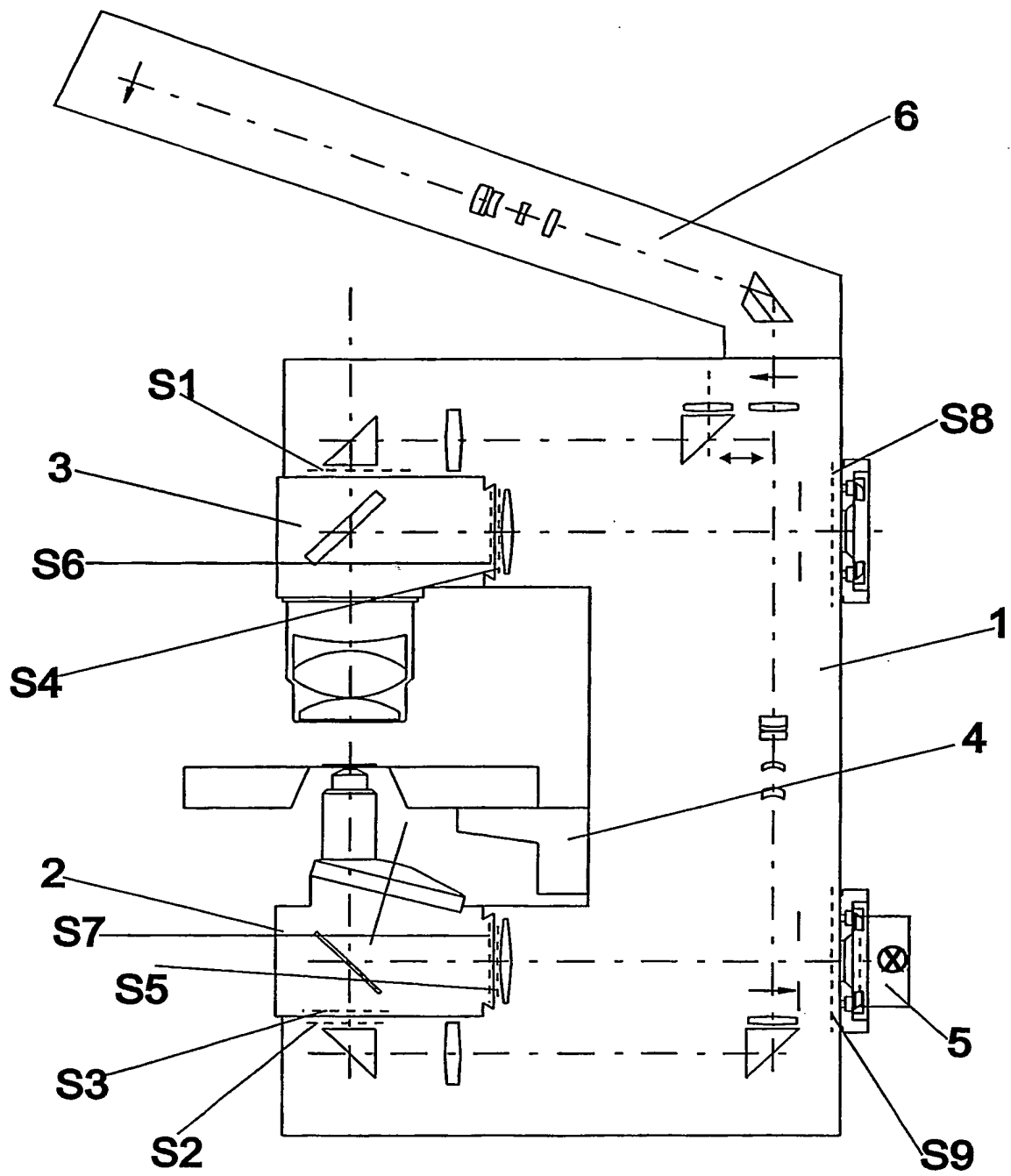


Fig. 1b

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

3/10

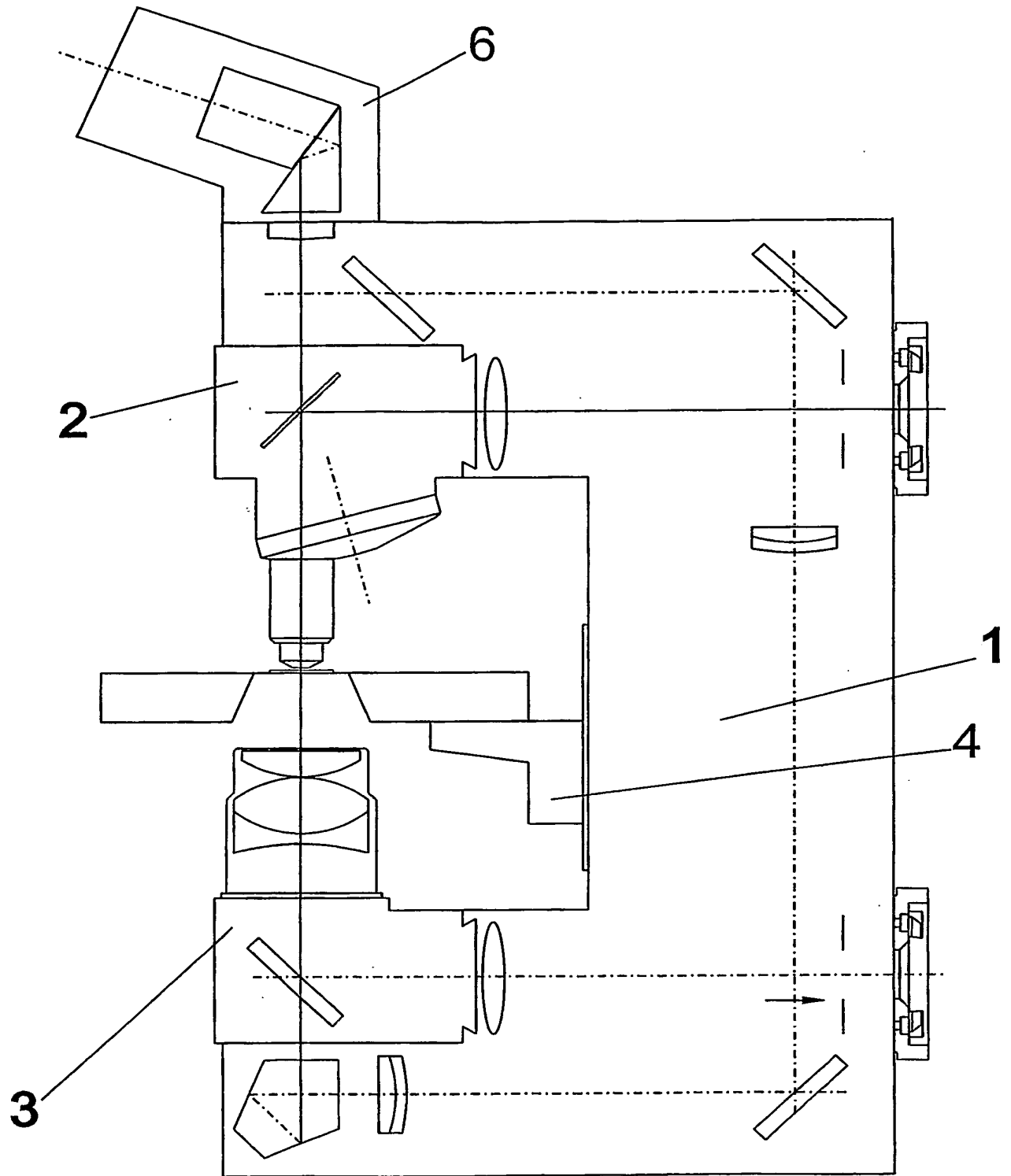


Fig. 2a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4/10

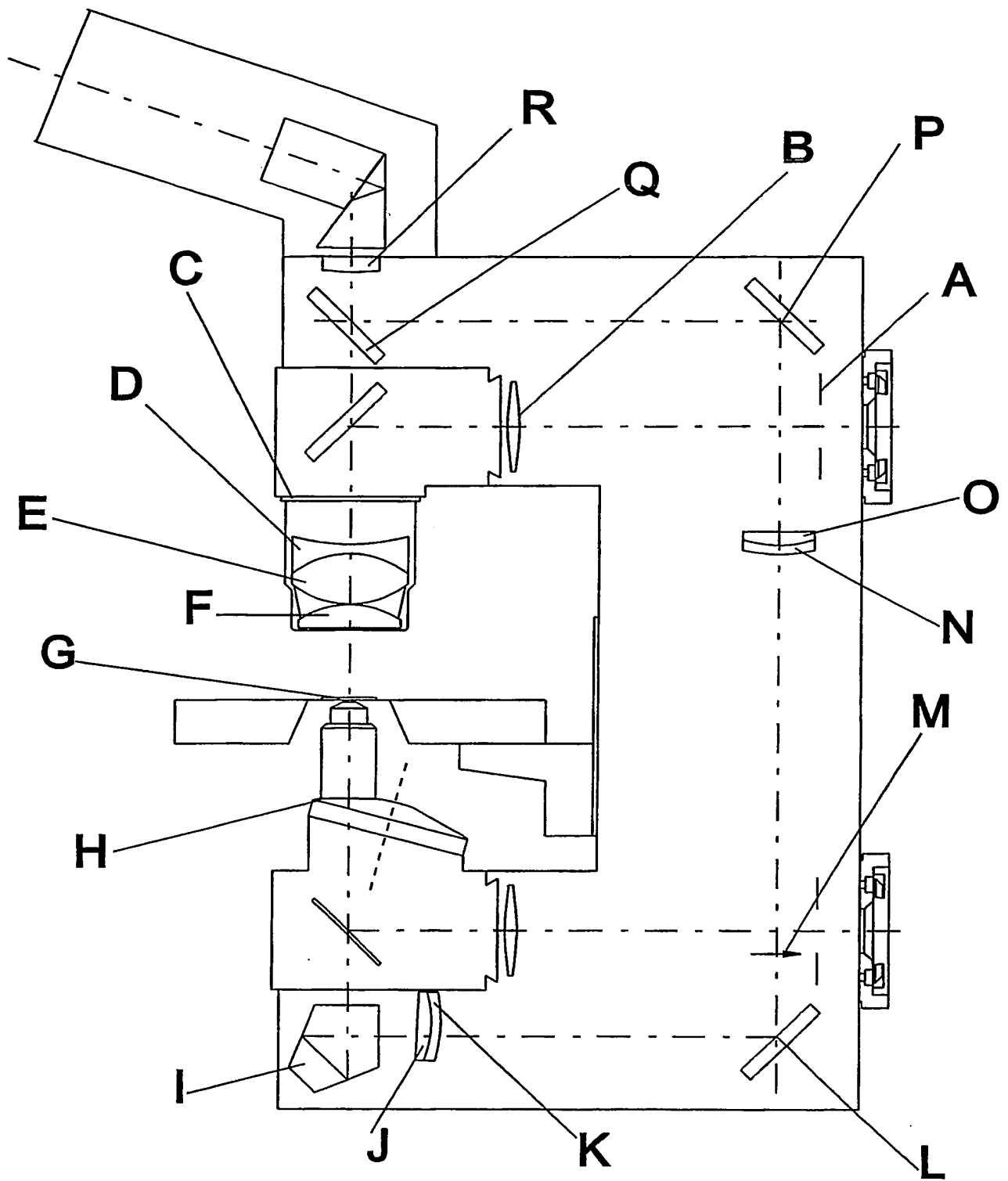


Fig. 2b

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5/10

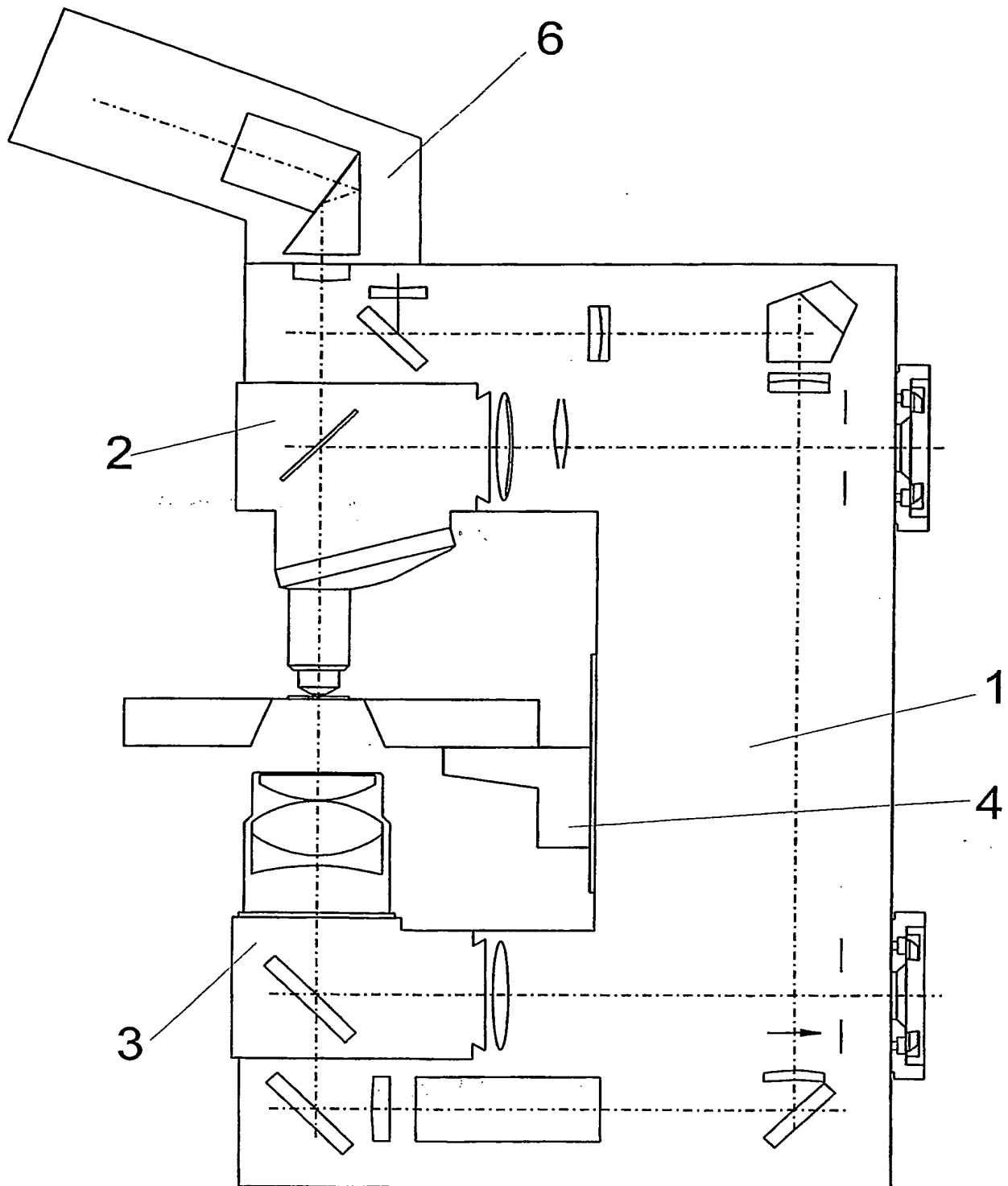


Fig. 3a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

6/10

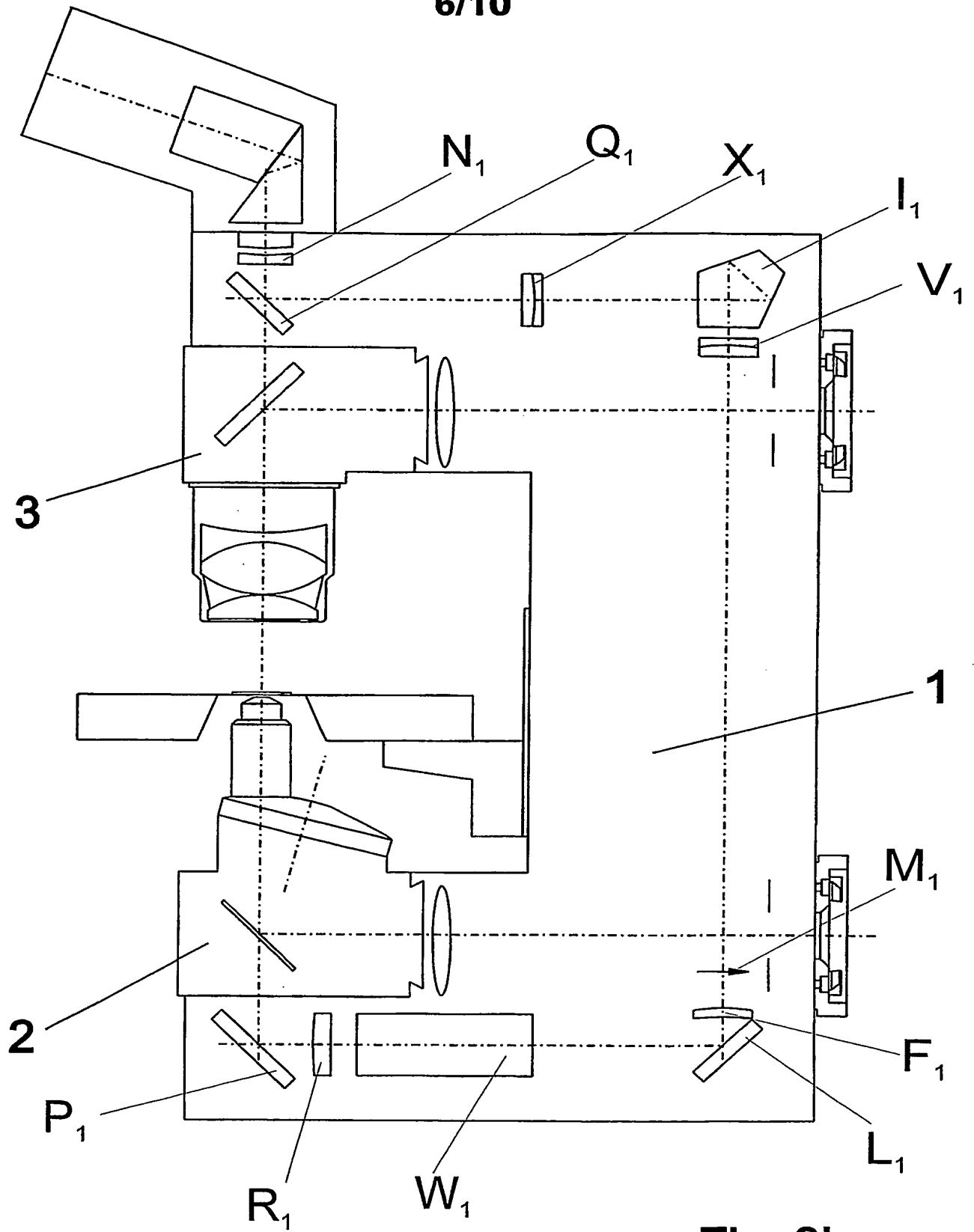


Fig. 3b

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

7/10

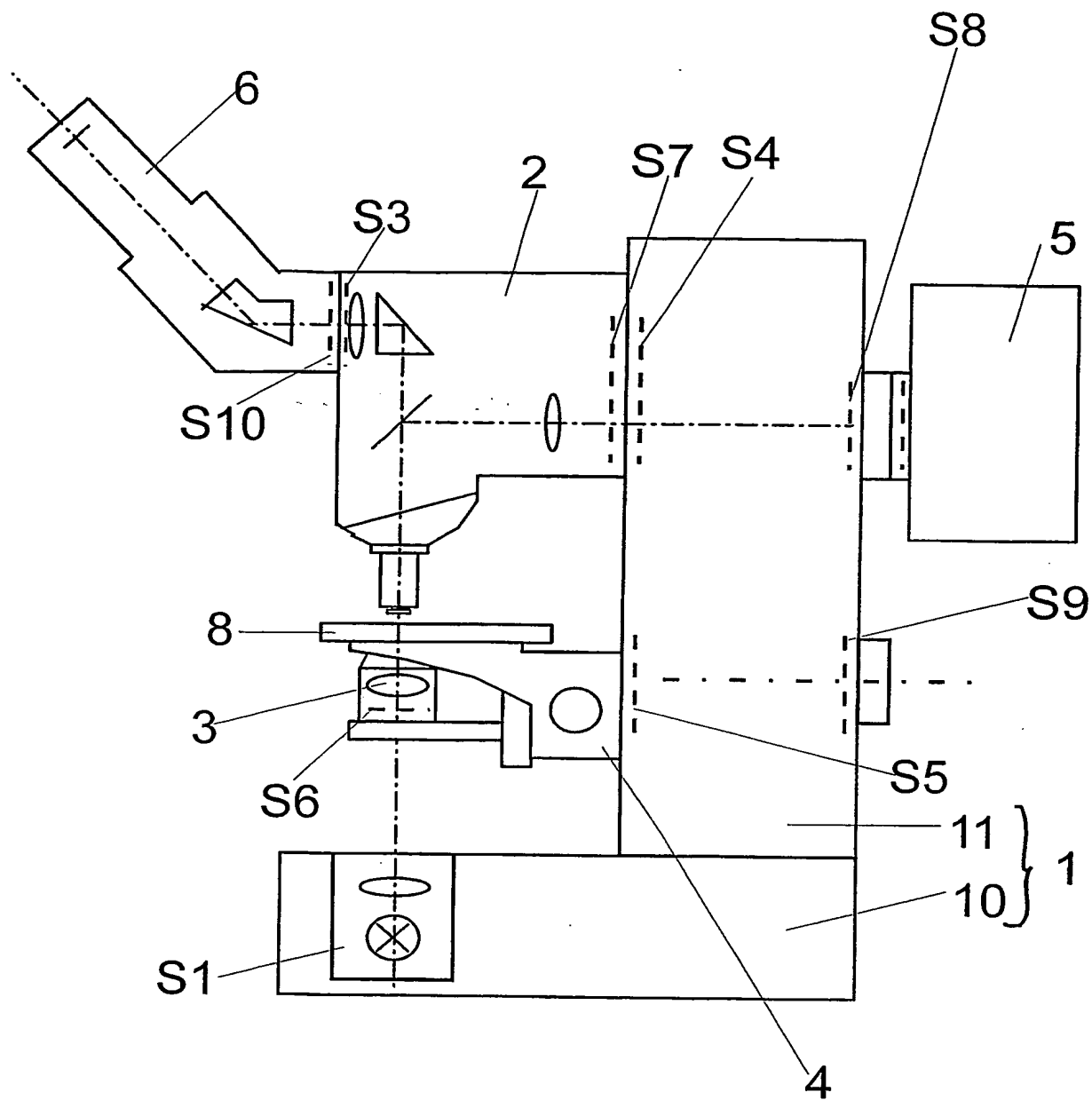


Fig. 4a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

8/10

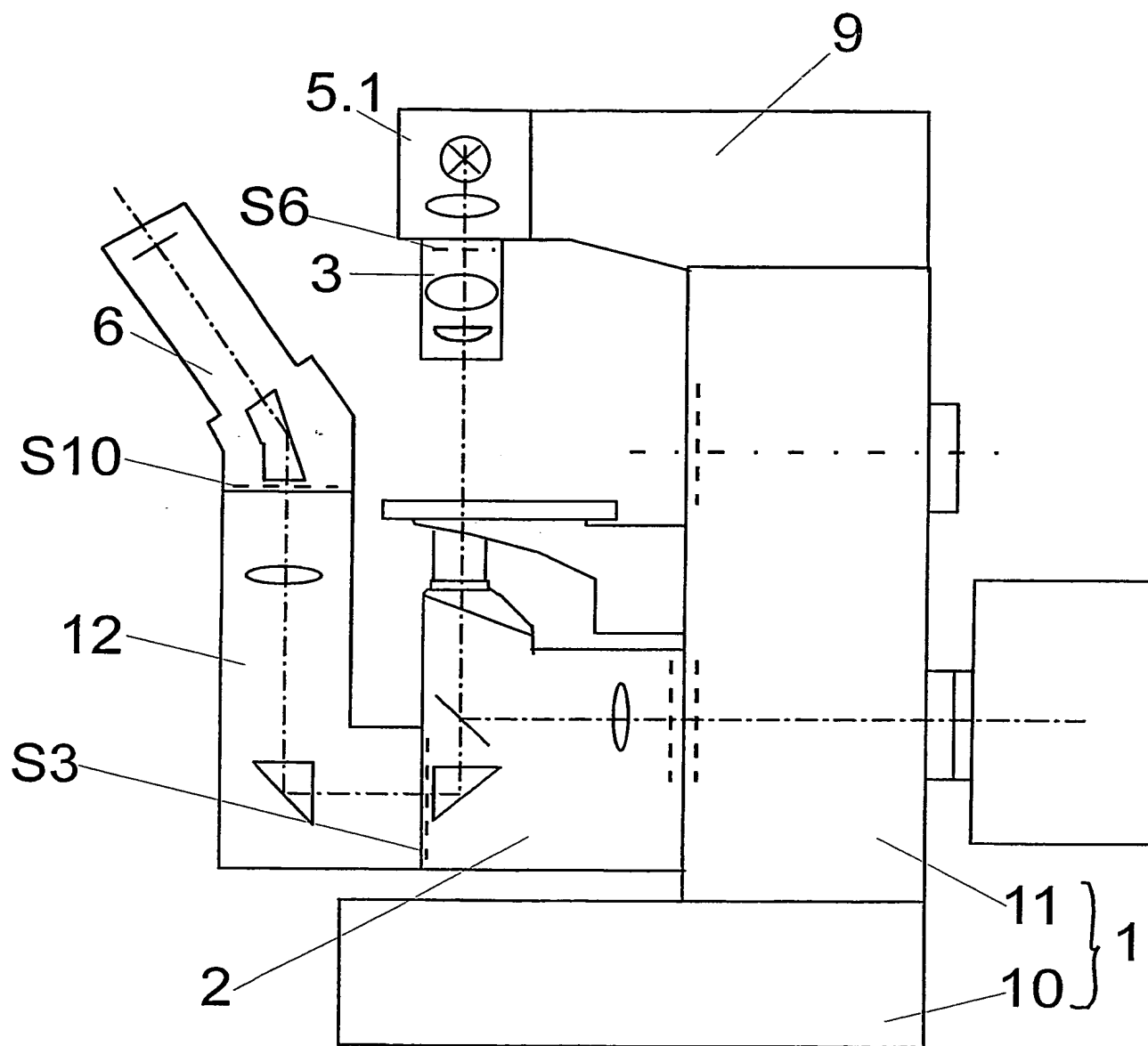


Fig. 4b

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

9/10

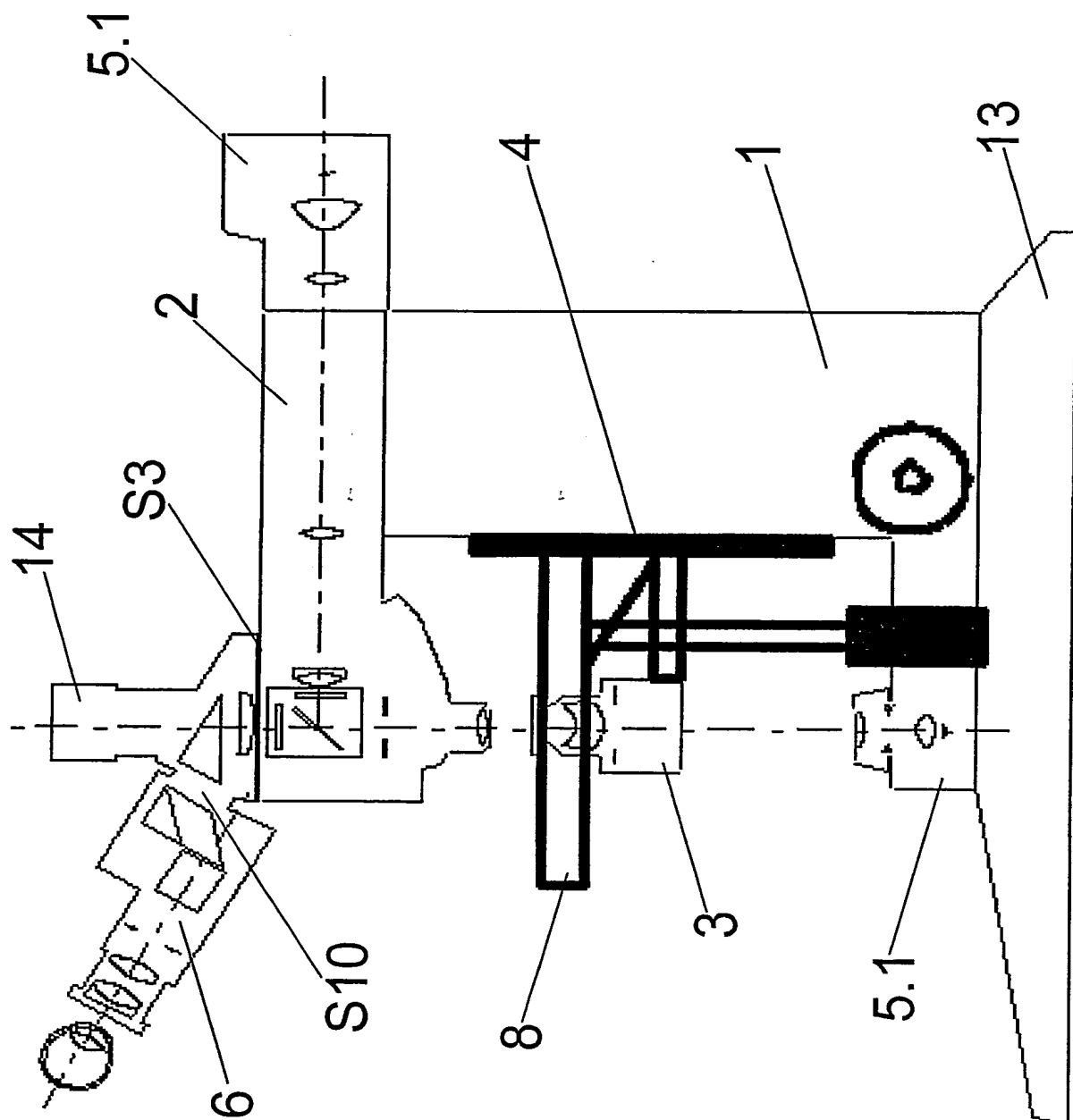


Fig. 5a

**THIS PAGE BLANK (USPTO**

10/10

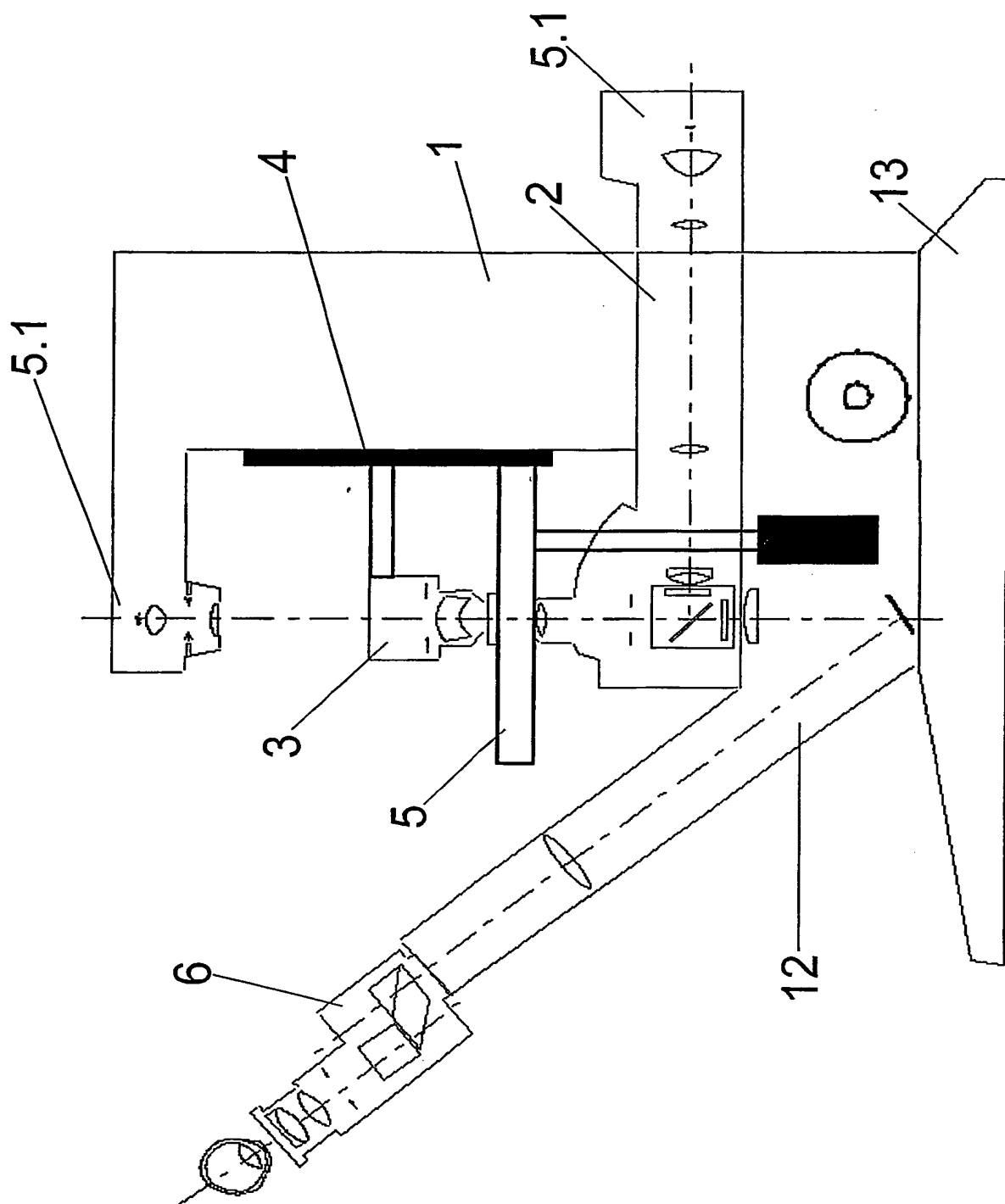


Fig. 5b

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002464

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G02B21/00 G02B21/24 G02B21/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 18 07 713 A1 (FA.CARL ZEISS) 26 June 1969 (1969-06-26) figures 1,3 page 5, paragraph 9 - page 7, paragraph 2	1,5-7
A	US 4 573 772 A (ENDO ET AL) 4 March 1986 (1986-03-04) column 3, line 7 - column 4, line 23 figure 4	1-7
A	JP 2001 272606 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD) 5 October 2001 (2001-10-05) -/--	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 March 2005

Date of mailing of the international search report

14/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schenke, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002464

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	<p>—&amp; US 2004/001253 A1 (ABE KATSUYUKI ET AL)  1 January 2004 (2004-01-01)  paragraph '0029! - paragraph '0032!;  example 1  paragraph '0068! - paragraph '0069!;  example 6  figures 3,12</p>	
A	<p>DE 30 37 556 A1 (LE MATERIEL BIOMEDICAL)  27 May 1982 (1982-05-27)  cited in the application  abstract  page 8, paragraph 5 - page 10, paragraph 1  figures 2-5</p>	1-7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002464

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1807713	A1	26-06-1969	AT 289412 B	26-04-1971
			CH 496244 A	15-09-1970
			DE 6805924 U	20-06-1973
			FR 1592676 A	19-05-1970
US 4573772	A	04-03-1986	JP 60044016 U	28-03-1985
			JP 60044015 U	28-03-1985
			DE 3432637 A1	04-04-1985
JP 2001272606	A	05-10-2001	US 2004001253 A1	01-01-2004
US 2004001253	A1	01-01-2004	JP 2001272606 A	05-10-2001
DE 3037556	A1	27-05-1982	NONE	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2004/002464

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 602B21/00 602B21/24 602B21/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 602B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 18 07 713 A1 (FA.CARL ZEISS) 26. Juni 1969 (1969-06-26) Abbildungen 1,3 Seite 5, Absatz 9 - Seite 7, Absatz 2	1,5-7
A	US 4 573 772 A (ENDO ET AL) 4. März 1986 (1986-03-04) Spalte 3, Zeile 7 - Spalte 4, Zeile 23 Abbildung 4	1-7
A	JP 2001 272606 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD) 5. Oktober 2001 (2001-10-05)	1-7
P,A	-& US 2004/001253 A1 (ABE KATSUYUKI ET AL) 1. Januar 2004 (2004-01-01) Absatz '0029! - Absatz '0032!; Beispiel 1 Absatz '0068! - Absatz '0069!; Beispiel 6 Abbildungen 3,12	
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. März 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schenke, C

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2004/002464

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 30 37 556 A1 (LE MATERIEL BIOMEDICAL)  27. Mai 1982 (1982-05-27)  in der Anmeldung erwähnt  Zusammenfassung  Seite 8, Absatz 5 - Seite 10, Absatz 1  Abbildungen 2-5</p>	1-7

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002464

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 1807713	A1	26-06-1969	AT	289412 B	26-04-1971
			CH	496244 A	15-09-1970
			DE	6805924 U	20-06-1973
			FR	1592676 A	19-05-1970
US 4573772	A	04-03-1986	JP	60044016 U	28-03-1985
			JP	60044015 U	28-03-1985
			DE	3432637 A1	04-04-1985
JP 2001272606	A	05-10-2001	US	2004001253 A1	01-01-2004
US 2004001253	A1	01-01-2004	JP	2001272606 A	05-10-2001
DE 3037556	A1	27-05-1982	KEINE		

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**